

ПЕРСПЕКТИВЫ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПОЛИМЕРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Баландин В.В.

Руководитель – проф., д.т.н. Коростелев А.Б.

МГВМИ, г. Москва,

leto2122@rambler.ru

Необходимость в синтетических закалочных средах (СЗС) возникла в связи с недостатками закалочных масел, такими, как:

- пожароопасность и необходимость дополнительной очистки и обезжиривания поверхностей деталей;
- ухудшенные санитарно-гигиенические условия труда при работе с масляными ваннами, которые свойственны самой природе масел и не могут быть устранены технологическими приемами и методами;
- в процессе работы масло окисляется, густеет и его охлаждающая способность снижается.

При разработке новых искусственных сред исходили из необходимости обеспечения следующих свойств:

- охлаждающая способность в температурной области перлитного превращения должна быть выше, чем у минеральных масел;
- охлаждающая способность в области температур мартенситного превращения должна быть близкой к охлаждающей способности масел;
- нейтральность и безвредность для обслуживающего персонала и природной среды.

В настоящее время созданы и применяются в промышленности ряд новых негорючих и нетоксичных закалочных сред, сочетающих положительные свойства масла и воды. Они представляют собой водные растворы различных веществ.

Механизм действия указанных добавок различен. Они изменяют температуры кипения и испарения воды, ее вязкость, кроме того, эти вещества при высоких температурах на поверхности закаливаемой детали могут и сами претерпевать физико-химические превращения: плавление, кристаллизацию, испарение, возгонку, дегидратацию, диссоциацию, окисление, восстановление, взаимодействие с поверхностью закаливаемой детали или окалиной и т.п. Эти реакции протекают с изменением энтальпии и сопровождаются выделением или поглощением тепла. Протекание реакций, сопровождающихся экзотермическим эффектом, приводит к замедлению охлаждения. При развитии реакций с эндотермическим эффектом охлаждение в температурных интервалах этих реакций ускоряется.

До недавнего времени выбор добавок проводили эмпирически, без физико-химического анализа процессов, вызывающих изменение охлаждающей способности воды. В настоящее время все шире используют более строгий подход к разработке охлаждающих сред с использованием термогравиметрических методов, позволяющих получить информацию о характере превращений и свойствах сред, а также управлять этими свойствами в нужном направлении путем введения соответствующих добавок.

Одно из направлений – добавки в воду низкомолекулярных органических соединений, позволяющих снизить ее охлаждающую способность. К ним относятся различные мыла, триэтаноламин, поверхностно-активные вещества, органические кислоты, многоатомные спирты и др. Эти среды, как правило, не универсальны, а предназначены для узкого диапазона применения.

Применяются также водные растворы неорганических полимеров типа силикатов натрия (жидкие стекла). При этом существенно снижается коробление изделий по сравнению с закалкой в воде, но ухудшается равномерность закалки. Вследствие поглощения углекислоты охлаждающая способность растворов силикатов со временем меняется.

Наибольшее развитие получили синтетические закалочные среды, представляющие собой водные растворы органических полимеров, среди них наиболее известны ЗСП-1, 2, 3 и Тосол К (Россия), «Аквапласт» (Германия), Османил Е₂ (Германия), «Юкон» (США). К их достоинствам относятся: возможность регулирования охлаждающей способности (между водой и маслом) путем изменения концентрации и температуры раствора; безвредность, стабильность свойств в течение длительного времени, среды не горят и не образуют дыма. По сравнению с маслом эти среды дешевле, непожароопасны, не требуется промывка (очистка) закаленных изделий.

Механизм охлаждения в растворах полимеров основан на их влиянии на вязкость воды, а также на понижении или повышении растворимости полимеров при изменении температуры среды в контакте с охлаждаемым металлом.

Различают две группы полимерных закалочных сред. В средах первой группы растворимость полимера уменьшается с повышением температуры. При контакте с горячим металлом полимер выпадает из раствора, образуя вокруг детали слой, замедляющий охлаждение. При дальнейшем охлаждении металла этот слой вновь растворяется. Так действуют, например, «Аквапласт» и полиэтиленоксид.

Ко второй группе относятся закалочные среды, в которых на поверхности охлаждаемого металла образуется пленка, которая стабилизирует паровую рубашку и в конце охлаждения оседает на поверхности детали, тем самым замедляя охлаждение в нижнем интервале

температур. К этой группе относятся водные растворы полиакриламида (ЗСП-1).

Полимерные добавки позволяют изменять охлаждающую способность воды в широком диапазоне скоростей. При малых концентрациях полимера охлаждающая способность близка к охлаждению в воде, с увеличением концентрации кривые охлаждения становятся близкими к охлаждению в масле. Наиболее эффективно применение полимерных сред при закалке углеродистых и низколегированных сталей, для которых охлаждение в воде опасно ввиду образования трещин.

Определяющими для полимерных сред являются три фактора: концентрация раствора, его температура и скорость перемешивания.

При использовании полимерных сред для душевого охлаждения следует обращать внимание на их склонность к пенообразованию. В частности, по этой причине непригодны для душевой подачи водные растворы поливинилового спирта и в них приходится добавлять пеногасители (например, триэтаноламин).

Вместе с тем, замену закалочного масла на СЗС на водной основе целесообразно осуществлять в следующих случаях (по степени важности):

1. При частом возникновении в термических подразделениях пожаров или пожароопасных ситуаций.
2. При необходимости улучшения экологической ситуации в помещении термического подразделения и на близлежащих территориях, а также улучшения условий труда работающего персонала.
3. Когда только с помощью замены на СЗС могут быть осуществлены процессы закалки и достигнуты необходимые свойства изделий.
4. При сокращении предприятию поставки минеральных масел, используемых для закалки изделий.
5. При возможности снижения себестоимости продукции и получения достаточно существенного экономического эффекта.